



Espacenet

Bibliographic data: JP 2006524349 (T)

A MICRO-ELECTRO-MECHANICAL-SYSTEM TWO DIMENSIONAL MIRROR WITH ARTICULATED SUSPENSION STRUCTURES FOR HIGH FILL FACTOR ARRAYS

Publication date: 2006-10-26

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:
 - International: **B81B3/00; G02B26/08; G02B6/35**
 - European: **B81B3/00P; G02B26/08M4E; G02B6/35P10**

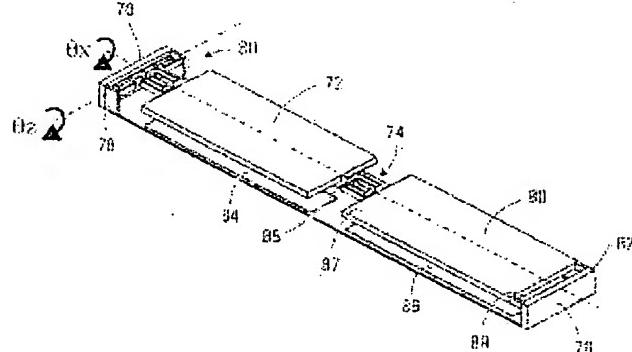
Application number: JP20060504118T 20040420

Priority number(s): US20030464972P 20030424; WO2004CA00598 20040420

Also published as:
 • WO 2004094301 (A1)
 • EP 1620350 (A1)
 • CA 2522790 (A1)

**Abstract not available for JP 2006524349
 (T) Abstract of corresponding document:
 WO 2004094301 (A1)**

The invention provides a micro-electro-mechanical system (MEMS) mirror device, comprising: a mirror having a 2-dimensional rotational articulated hinge at a first end, and having a 1-dimensional rotational articulated hinge at a second end opposite the first end; a movable cantilever connected to the mirror through the 1-dimensional rotational articulated hinge; a support structure connected to the mirror through the 2-dimensional rotational articulated hinge and connected to the movable cantilever; whereby movement of said movable cantilever causes rotation of the mirror in a first axis of rotation, and the mirror is also rotatable about a second torsional axis of rotation perpendicular to said first axis of rotation.



*** NOTICES ***

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

They are micro electro mechanical system (MEMS) mirror devices,

It has a mirror, and this mirror has a two-dimensional rotation connection type hinge in the first end, and it has a one-dimensional rotation connection type hinge in the second end of an opposite hand of this first end,

It has a movable cantilever and this movable cantilever is connected to this mirror via this one-dimensional rotation connection type hinge,

It has a supporting structure body, and this supporting structure body is connected to this mirror via this two-dimensional rotation connection type hinge, and it is connected to this movable cantilever,

By this, a motion of said movable cantilever produces rotation of this mirror in the first axis of rotation, and this mirror is also pivotable in the surroundings of the second vertical torsion axis of rotation to said first axis of rotation,

Said device.

[Claim 2]

A two-dimensional rotation connection type hinge,

It has the first one-dimensional rotation connection type hinge, and a one-dimensional rotation connection type hinge of this first has the first attachment point at the first end, and it has the second end,

having the second one-dimensional rotation connection type hinge — this — the second one-dimensional rotation connection type hinge has the second attachment point at the first end, and has the second end — this — the second end of the first one-dimensional rotation connection type hinge — this — being connected to the second end of the second one-dimensional rotation connection type hinge

having the third one-dimensional rotation connection type hinge — this — the third one-dimensional rotation connection type hinge is connected to the second end of the this first and second connection type one-dimensional rotary hinges
this — this — the first one-dimensional rotation connection type hinge — this — the second one-dimensional rotation connection type hinge, having defined the first axis of rotation between this first attachment point and this second attachment point — and — this — the third one-dimensional rotation connection type hinge and a one-dimensional rotation connection type hinge in the second end of a mirror have defined the second vertical torsion axis of rotation to this first axis of rotation

The device according to claim 1.

[Claim 3]

The device according to claim 2 which is that in which a 1-dimensional each rotation connection type hinge has each connection type beam, and this beam has an aspect ratio with large thickness to width.

[Claim 4]

A 1-dimensional each rotation connection type hinge has each connection type beam, and this beam has an aspect ratio with large thickness to width, The device according to claim 2 currently formed with one or material beyond it chosen from a group which this beam becomes from silicon, polysilicon, silicon nitride, diacid-ized silicon, and metallic coating possible material.

[Claim 5]

The device according to claim 3 with which a beam is formed by integral construction.

[Claim 6]

The device according to claim 3 with which a beam, a mirror, and a movable cantilever are formed by integral construction.

[Claim 7]

The device according to claim 1 with which a mirror has a movement angle range of at least 0.5 degree in each axis.

[Claim 8]

The device according to claim 1 which has further an electrode for applying electrostatic force to this mirror so that a mirror may be moved in the first and the second axis of rotation.

[Claim 9]

The device according to claim 8 which has at least one electrode for applying electrostatic force to a movable cantilever so that an electrode may have two electrodes for applying electrostatic force to this mirror so that a mirror may be moved in the second axis of rotation, and it may move a mirror in the second axis of rotation.

[Claim 10]

The device according to claim 8 which has two electrodes for applying electrostatic force to a movable cantilever so that an electrode may have two electrodes for applying electrostatic force to this mirror so that a mirror may be moved in the second axis of rotation, and it may move a mirror to both directions in the second axis of rotation.

[Claim 11]

The device according to claim 1 whose mirror is made of silicon plated with metal.

[Claim 12]

The device according to claim 11 with which metal has a layer of gold, aluminum, or copper.

[Claim 13]

A device which the device according to claim 1 is arranged side by side so that two or more MEMS arrays of N pieces and 1xN may be formed, and is $N \geq 2$.

[Claim 14]

the device according to claim 1 — two or more — a device which it is arranged so that it may become a device of NxM pieces

and M individual of N sequence, and a MEMs array of NxM is formed of it, and are $N \geq 2$ and $M \geq 2$.

[Claim 15]

The device according to claim 1 with which a mirror is used for optical switching, and a movable cantilever is used for capacity detection of a mirror position, or optical detection.

[Claim 16]

It is an optical switch.

It has two or more optical ports,

Two or more owners of the device according to claim 1 are carried out, and each device conforms so that light may be switched between each pair of said optical port,

Said optical switch.

[Claim 17]

It is a two-dimensional rotation connection type hinge for connection with a device which is with a supporting structure body and should rotate, and is the hinge concerned.

It has the first one-dimensional rotation connection type hinge, and a one-dimensional rotation connection type hinge of this first has the first attachment point at the first end, and it has the second end,

having the second one-dimensional rotation connection type hinge — this — the second one-dimensional rotation connection type hinge has the second attachment point at the first end, and has the second end — this — the second end of the first one-dimensional rotation connection type hinge — this — being connected to the second end of the second one-dimensional rotation connection type hinge

having the third one-dimensional rotation connection type hinge — this — the third one-dimensional rotation connection type hinge is connected to the second end of the this first and second connection type one-dimensional rotary hinges
this — this — the first one-dimensional rotation connection type hinge — this — the second one-dimensional rotation connection type hinge, having defined the first axis of rotation between this first attachment point and this second attachment point — and — this — the third one-dimensional rotation connection type hinge and a one-dimensional rotation connection type hinge in the second end of a mirror have defined the second vertical torsion axis of rotation to this first axis of rotation

Said hinge.

[Claim 18]

The two-dimensional connection type hinge according to claim 17 in which a 1-dimensional each rotation connection type hinge has each connection type beam, and this beam has an aspect ratio with high thickness to width.

[Claim 19]

The two-dimensional connection type hinge according to claim 18 with which a beam is formed by integral construction.

[Claim 20]

The two-dimensional connection type hinge according to claim 18 currently formed with one or material beyond it chosen from a group which a beam becomes from silicon, polysilicon, silicon nitride, diacid-ized silicon, and metallic coating possible material.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

The field of invention

This invention relates to the micro electro mechanical system two-dimensional mirror which has the connection type (articulated) suspension structure for a high fill-factor array.

[Background of the Invention]

[0002]

The background of invention

A MEMS (Micro-Electro-Mechanical-System: micro electro mechanical system) device, It is a machine structure of minute size which has an electric circuit processed together with a device by various micro-processing processes (most originates in the manufacturing method of an integrated circuit). The mass production of a minute electronic machine mirror and a mirror array which may be used by the development in the field of a micro electro mechanical system (MEMS) in an all light cross connection switch, 1xN, a NxN optical switch, an attenuator, etc. is attained. Many minute electronic machine mirror arrays have already been made using a MEMS manufacturing process and technology. These arrays have the design applicable to three design categories put in order and explained below about.

[0003]

a) The conventional 2D gimbal mirror which has the mirror surrounded by the frame

The conventional 2D gimbal mirror is one [most common type] of MEMS 2D minute mirrors. An example is shown in drawing 6. This consists of the central mirror 10, and this mirror is connected to the outer frame 12 with the torsion hinge (torsional hinge) 14, as shown in drawing 6. Subsequently, outside Rehm 12 is connected to the supporting structure body 16 with the torsion hinge 18 of another set. There are four electrodes under the central mirror 10, these electrodes can be operated and the tilt (tilt) of 2D of a mirror frame assembly can be produced. One of the devices of these is indicated by U.S. patent application gazette number:US2002 / 0071169A1 (an open day, June 13, 2002). One fault of this design is being unable to attain the high fill factor (fill factor) (this is a rate of active area over the entire area in the interval between two continuous mirrors, or an array) in a mirror array.

[0004]

b) 2D / 3D mirror which has hidden hinge mechanism

Many 2D minute mirror devices which have hiding hinge mechanism various type have been designed by the serious progress made in the spatial-light-modulation machine. These illustration is indicated by the United States patent number 5,535,047, the United States patent number 5,661,591, and United States patent number:US6,480,320 B-2.

[0005]

The schematic view of an example of this device is shown in drawing 7. Although this device structure can bring about a high fill-factor array, its manufacturing process is dramatically complicated. For the further consideration about the spatial-light-modulation machine and digital mirror devices which have hidden hinge mechanism, The following : to refer to. The United States patent number 5,061,049, the United States patent number 5,079,545, the United States patent number 5,105,369, the United States patent number 5,278,652, the United States patent number 4,662,746, the United States patent number 4,710,732, the United States patent number 4,956,619, the United States patent number 5, 172,262 and the United States patent number 5,083,857.

[0006]

c) 2D mirror attached to the single movable flexible post

An example of the MEMS tilt plat form is supported by the flexible post 30 as shown in drawing 8. The post 30 is prolonged in MORT 32 formed in the substrate 34 of a support material, i.e., a charge, i.e., the inside of a slot. The post 30 is made long enough and flexibly so that it may operate as an one-way nature hinge.

By bending, it can make it possible to position the mirror 36 with two flexibility.

[0007]

Some faults of this design are the complexity, the postflexibility, the wiring, and the tilt eccentricities (tilt eccentricity) of a process. Some of these devices are indicated by U.S. patent application gazette number US2002/United States patent number 5,469,302 and 0075554A1.

[0008]

It becomes complicated [control of these devices] and most portion of device cost is occupied.

[Description of the Invention]

[Problem to be solved by the invention]

[0009]

The summary of this invention

Although it is not necessarily all, the following things are mentioned as an advantage of shoes to be realized in some embodiments.

High fill-factor linear array. No less than 99% of high fill factor is attained, and it gets.

Coupling which can almost ignore between two tilt shafts.

Inexpensive and easy control. It is possible even at an open loop / reference (look up) table control.

A device can be manufactured using an easy manufacturing process.

And the cantilever portion of a device can also be used for capacity detection of a mirror position, or optical detection.

[0010]

According to one large mode, provide this invention and micro electro mechanical system (MEMS) mirror devices the device concerned, having a mirror, and this mirror having a two-dimensional rotation connection type hinge in the first end, and having a one-dimensional rotation connection type hinge in the second end of the opposite hand of this first end ---; --- the device concerned, Have a movable cantilever and this movable cantilever, being connected to this mirror via this one-dimensional rotation connection type hinge ---; --- the device concerned, It has a supporting structure body, and this supporting structure body is connected to this mirror via this two-dimensional rotation connection type hinge, and it is connected to this movable cantilever, can; Come, and it is alike, and therefore, A motion of said movable cantilever produces rotation of this mirror in the first axis of rotation, and this mirror is also pivotable in the surroundings of the second vertical torsion axis of rotation to said first axis of rotation.

[0011]

In a certain embodiment, a two-dimensional rotation connection type hinge has the first one-dimensional rotation connection type hinge, and it the one-dimensional rotation connection type hinge of this first, have the first attachment point at the first end, and have the second end, and; this two-dimensional rotation connection type hinge has the second one-dimensional rotation connection type hinge --- this --- the second one-dimensional rotation connection type hinge, Have the second attachment point at the first end, and have the second end, and the second end of the one-dimensional rotation connection type hinge of this first, this --- it is connected to the second end of the second one-dimensional rotation connection type hinge, and; two-dimensional rotation connection type hinge has the third one-dimensional rotation connection type hinge --- this --- the third one-dimensional rotation connection type hinge, It is connected to the second end of the this first and second connection type one-dimensional rotary hinges, can; Come, and it is alike, and therefore, this --- the first one-dimensional rotation connection type hinge --- this --- the second one-dimensional rotation connection type hinge, having defined the first axis of rotation between this first attachment point and this second attachment point --- and --- this --- the third one-dimensional rotation connection type hinge and the one-dimensional rotation connection type hinge in the second end of a mirror have defined the second vertical torsion axis of rotation to this first axis of rotation.

[0012]

In a certain embodiment, a 1-dimensional each rotation connection type hinge has each connection type beam, and this beam has an aspect ratio with large thickness to width.

[0013]

In a certain embodiment, a beam is formed according to integral construction.

[0014]

In a certain embodiment, a beam, a mirror, and a movable cantilever of silicon are formed according to integral construction.

[0015]

In a certain embodiment, a connection type hinge may be made of covered materials, such as polysilicon, silicon nitride, or other arbitrary materials that can be covered, and a mirror and a movable cantilever are formed according to integral construction.

[0016]

Preferably, a mirror has a movement angle range of at least 0.5 degree in each axis. However, other motion ranges are not necessarily excepted.

[0017]

In a certain embodiment, a device has further an electrode for applying electrostatic force to a mirror and moving a mirror in the first and the second axis of rotation.

[0018]

In a certain embodiment, it has at least one electrode for applying electrostatic force to a movable cantilever so that an electrode may have two electrodes for applying electrostatic force to this mirror so that a mirror may be moved in the second axis of rotation, and it may move a mirror in the second axis of rotation.

[0019]

In a certain embodiment, a mirror is made of silicon plated with metal.

[0020]

In a certain embodiment, metal has a layer of gold, aluminum, or copper.

[0021]

In a certain embodiment, two or more N devices are arranged side by side so that the MEMs array of 1xN may be formed, and it is $N \geq 2$.

[0022]

a certain embodiment -- two or more -- NxM devices are arranged so that it may become a device of M individual of N sequence, the MEMs array of NxM is formed of it, and it is $N \geq 2$ and $M \geq 2$.

[0023]

In a certain embodiment, a mirror is used for optical switching and a movable cantilever is used for capacity detection of a mirror position, or optical detection.

[0024]

According to another large mode, this invention provides an optical switch, and the switch concerned has two or more optical ports, carries out two or more owners of the device according to claim 1, and it conforms so that each device may switch light between each pair of said optical port.

[0025]

According to one large mode, provide this invention and the two-dimensional rotation connection type hinge for connection with the device which is with a supporting structure body and should rotate the hinge concerned, Have the first one-dimensional rotation connection type hinge, and the one-dimensional rotation connection type hinge of this first, having the first attachment point at the first end, and having the second end ---; --- the hinge concerned, having the second one-dimensional rotation connection type hinge --- this --- the second one-dimensional rotation connection type hinge, having the second attachment point at the first end, and having the second end --- this --- the second end of the first one-dimensional rotation connection type

hinge — this — being connected to the second end of the second one-dimensional rotation connection type hinge —; — the hinge concerned, having the third one-dimensional rotation connection type hinge — this — the third one-dimensional rotation connection type hinge, It is connected to the second end of the this first and second connection type one-dimensional rotary hinges, can; Come, and it is alike, and therefore, this — the first one-dimensional rotation connection type hinge — this — the second one-dimensional rotation connection type hinge has defined the first axis of rotation between this first attachment point and this second attachment point — and — this — the third one-dimensional rotation connection type hinge has defined the second vertical torsion axis of rotation to this first axis of rotation.

[0026]

In a certain embodiment, a 1-dimensional each rotation connection type hinge has a connection type beam which consists of each silicon, and this beam has an aspect ratio with high thickness to width.

[0027]

In a certain embodiment, a beam which consists of silicon is formed according to integral construction.

[0028]

In a certain embodiment, a connection type hinge may be formed with covered materials, such as polysilicon, silicon nitride, etc. which have a ratio with low thickness to width.

[0029]

In a certain embodiment, each of a connection type hinge may be a single beam of integral construction which consists of a covered single or multiple material.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0030]

Here, it explains with reference to the Drawings of attachment of the desirable embodiment of this invention.

[0031]

Detailed explanation of a desirable embodiment

Publicly known 1D MEMS torsion mirror supported by the spring/hinge of the connection type suspension is shown in drawing 1 A and 1B. This equipment consists of the supporting structure body 30, and the mirror 34 connected to this supporting structure body 30 via the two connection type hinges 36 is attached in this structure. Usually, a mirror and the whole equipment of the connection type hinge are made of single piece of silicon. The connection type hinge 36 consists of a silicon beam which has an aspect ratio with high length to width, and torsion rotation is attained by this. Very narrow space can be provided with a long silicon beam by using an articulated section (articulation). The address electrodes 38 and 40 of the lot are also shown. These are connected to the C-system which can impress voltage to an electrode. Usually, mirror equipment is grounded (ground). It can be rotated centering on the axis of rotation (thetax) 32 by the mirror 34 by applying electrostatic force to the either side of the mirrors using the electrodes 38 and 40. This shows drawing 2. It is the mirror in the first arrangement (here, the mirror is rotating counter clockwise about the axis of rotation 32) which was generally shown by 50, and what was generally shown by 52 shows the same equipment that the mirror is rotating clockwise about the axis of rotation 32.

[0032]

in order to promote 2D rotation (that is, the rotation in both (thetax) and (thetaz) and thetasz lie at right angles to the main torsion tilt (thetax)) of a mirror — the embodiment of this invention — 2D — a pivotable connection type hinge is provided. The plan of a new connection type hinge is shown in drawing 3 A. 2D — a pivotable connection type hinge contains the first connection type hinge section 60 and the second connection type hinges 62 and 63 of a lot. It can connect with the supporting structure body generally shown by 64, and ***** of the second connection type hinges 62 and 63 is connected also to the first connection type hinge 60. ***** of the three connection type hinges 60, 62, and 63 is the same as that of the conventional connection type hinge 36 of drawing 1 A. That is, each connection type hinge consists of a silicon beam which has the thickness of the high aspect ratio to width. The whole equipment which consists of the three connection type hinges 60, 62, and 63 is really [of silicon / single] preferably made from piece. In another embodiment, equipment is made of covered materials, such as polysilicon, silicon nitride, diacid-ized silicon, and metallic coating possible material. Other materials may be used. As for structure, it is preferred that it is one at the point that an assembly is not needed. However, the beam may be made of two or more materials, for example, may be the layer structure. Rotation becomes possible about the second axis (thetaz) to the rotation which met the first torsion axis (thetax) with the first connection type hinge 60 being attained with the second and third connection type hinge.

[0033]

All suitable sizes can be used for a connection type hinge. A different number of articulated sections can be used. There is little power needed for producing rotation about each axis, and it ends, so that there are many articulated sections contained in a predetermined connection type hinge. In enforcement of an example, the size of various hinges is as follows.

The hinge 62 and 63: {75um (L), 1.5um (W), 15um (T), 5um (gap), and 3 (articulated section)}

The hinge 60 and 74: {75um (L), 1.5um (W), 15um (T), 5um (gap), and 11 (articulated section)}

[0034]

Next, with reference to drawing 3 B, the first example of use of the connection type hinge of drawing 3 A is shown. Here, the connection type hinge is connected with the end which is generally shown by 70 and has another 1D connection type hinge 74 at the end of the opposite hand at the mirror 72. As for the whole equipment of drawing 3 B, being made from the single piece of silicon is preferred. It enables the mirror 72 to rotate with equipment as shown in drawing 3 about a main shaft (thetax) and the additional axis of rotation (thetaz) (this axis lies at right angles to a main shaft).

[0035]

In the desirable embodiment of this invention, the equipment of drawing 3 B is used in the instrument illustrated by drawing 4 A as an example. Here, it is shown that 2D rotation connection type hinge 70 is again connected to the mirror 72 and 1D rotation connection type hinge 74. 76 shows a supporting structure body generally. 2D rotation connection type hinge 70 is connected to the supporting structure body in the two parts 78 and 80. 1D rotation connection type hinge 74 is connected to the supporting structure body 76 via the cantilever 80. Preferably, a cantilever is only another piece of silicon, and this piece is a style which does not rotate this cantilever substantially about a main shaft (thetax), and is connected to the supporting structure body 76 in 82. However, the cantilever 80 has some flexibility and some vertical motion is possible for especially the end 87 of the cantilever 80 which is most distant from the terminal area 82 to a supporting structure body. A part may be removed in order to obtain the further flexibility of the cantilever 80. In the diagrammatic embodiment, the cantilever 80 contains the gap 89 near the attachment point 82 to the supporting structure body 76. The quantity of power required to produce vertical motion of the point

87 is reduced by this.

[0036]

In order to control the rotation in a torsion axis (θ_{tax}), it has the electrodes 84 and 85 and these operate like the electrode of 38 of drawing 1 A, and 40. It becomes possible to control rotation of the mirror 72 about the main torsion axis by this. The electrode 86 is shown under the cantilever structure 80, and this electrode controls vertical motion of the end 87 of the cantilever 80 which is most distant from the terminal area 82 to the supporting structure body 76. By vertical motion of this point 87, rotation of the mirror 72 about the additional axis of rotation (θ_{taz}) arises. The deflection (deflection) of the produced cantilever rotates a mirror around the second axis (formed with T-bar), and makes a mirror incline being simultaneous or independently in both axes in this way.

[0037]

In order to provide the most flexible control to the rotation about the additional axis of rotation, it is necessary to equip the upper part of the cantilever 80 with the additional supporting structure body which has an additional electrode, and by it, power can be applied and the end 87 of the cantilever 80 can be moved upwards. However, this additional flexibility may not be needed depending on a use. This embodiment is shown in drawing 4 B. Drawing 4 B is almost the same as drawing 4 A except the additional supporting structure body 91 and the additional electrode 93 (it becomes possible to apply electrostatic force to a cantilever structure and to move it to both upper and lower sides by these).

[0038]

The embodiment of drawing 4 A has adopted use of an electrode, and electrostatic force is applied by this and it can control the rotation in the two axes of rotation by it. More generally the power of the type of all others can also be used in both these both [one of the two or]. For example, the rotation and control which are demanded can be attained using *****, magnetism, heat bimorph power, or piezo-electric power.

[0039]

A completely functional 2-D MEMS mirror is obtained with 2D rotation connection type hinge, a connection type torsion mirror, and this combination of a movable cantilever. A cantilever may be sagged by the direction of one of the upper and lower sides according to the arrangement (application) of an electrode, i.e., impression of power, by it, it is related with second axis θ_{taz} , can shift, and can rotate a torsion mirror in that direction. About impression of almost all static electricity, a cantilever may be sagged only below and reducing the number of I/O and complexity can be controlled.

[0040]

Many mirrors can be arranged side by side, the interval between two mirrors can be made into the minimum, and a linear mirror array can be built. This embodiment is shown in drawing 5. The linear array of four 2D torsion mirrors 90, 92, 94, and 96 which has 2D rotation connection type hinge and a cantilever is shown in drawing 5. Arbitrary numbers may be contained in such an array. Another embodiment provides the two dimensional array of the mirror devices which require a NxM individual.

[0041]

One of the main advantages of the structure of drawing 4 is that coupling between two tilt shafts is the minimum. This device structure can be used for all uses. This can be single or can be used as a single mirror for all the suitable uses of two or more array constitution. This equipment attains a high fill factor (this is an interval between two continuous mirrors in an array) about a mirror array, and is dramatically easy to manufacture. The interval between two mirrors may be about several microns little, or may be limited by the minute processing process.

[0042]

A device can be manufactured using the present MEMS manufacturing process. Some suitable processes marketed, the light IMEMS from Analog Devices Inc (registered trademark) (Thor Juneau et al.) 2003 "Single-Chip 1x84 MEMS Mirror Array For Optical Telecommunication Applications", Proceeding of SPIE, MOEMS and Miniaturized Systems III, and 27-29 Vol. 4983 and pp. 53-64. will be referred to January, 2003. It is SOI MUMPS (<http://www.memsrus.com/figs/soimumps.pdf>) from Cronos (subsidiary company of MEMScAP). A customary process can be doubled and a device can also be manufactured.

[0043]

In application of a system, in order to control rotation of the mirror in two free angles, being equipped with a C-system should be understood. This is controlled by suitable impression of the power by various electrodes. It is a closed-loop system which has a desirable open loop system which has a voltage reference table about the tilt position where C-systems are various, capacity detection, or optical detection.

[0044]

The mirror in the embodiment adopted above needs to have reflective coating. For example, it is coating which became one or more layers of gold, aluminum, or copper. A mirror is used in order to perform main switching of the beam of light. However, it should be understood that a cantilever portion may also have reflective coating. A cantilever and/or the component of a mirror can be used for capacity detection or optical detection. For example, while the component of a mirror may be used for switching, the signal which generated the component of the cantilever is perceived, and it can use in order to perform a feedback control to orientation of a mirror.

[Brief Description of the Drawings]

[0045]

[Drawing 1 A] Drawing 1 A and drawing 1 B provide two figures of the conventional one-dimensional MEMS mirror which has connection type suspension structure.

[Drawing 1 B] Drawing 1 A and drawing 1 B provide two figures of the conventional one-dimensional MEMS mirror which has connection type suspension structure.

[Drawing 2 A] Drawing 2 shows the device of drawing 1 according to two rolling states.

[Drawing 2 B] Drawing 2 shows the device of drawing 1 according to two rolling states.

[Drawing 3 A] Drawing 3 A is a top view of the two-dimensional connection type rotary hinge provided by the embodiment of this invention.

[Drawing 3 B] Drawing 3 B expresses the MEMS mirror characterized by the two-dimensional rotation connection type hinge of drawing 3 A.

[Drawing 4 A] Drawing 4 A is a figure of the mirror which has the two-dimensional rotation connection type hinge and movable cantilever attachment system which are provided by the embodiment of this invention.

[Drawing 4 B] Drawing 4 B provides the notching figure of a mirror and the sectional view of the side which have the two-dimensional rotation connection type hinge and movable cantilever attachment system which are provided by another

embodiment of this invention.

[Drawing 4 C] The notching figure of a mirror and the sectional view of the side which have the two-dimensional rotation connection type hinge and movable cantilever attachment system which are provided by another embodiment of this invention are provided.

[Drawing 5] Drawing 5 is a one-dimensional MEMS array of the device of drawing 4 A, and the same device.

[Drawing 6] Drawing 6 is a figure of the conventional two-dimensional gimbal mirror which has a holding frame.

[Drawing 7] Drawing 7 is a typical schematic illustration of the MEMS mirror which has hidden hinge mechanism.

[Drawing 8] Drawing 8 is a typical schematic illustration of 2D mirror attached on the single movable flexible post.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[0045]

[Drawing 1 A] Drawing 1 A and drawing 1 B provide two figures of the conventional one-dimensional MEMS mirror which has connection type suspension structure.

[Drawing 1 B] Drawing 1 A and drawing 1 B provide two figures of the conventional one-dimensional MEMS mirror which has connection type suspension structure.

[Drawing 2 A] Drawing 2 shows the device of drawing 1 according to two rolling states.

[Drawing 2 B] Drawing 2 shows the device of drawing 1 according to two rolling states.

[Drawing 3 A] Drawing 3 A is a top view of the two-dimensional connection type rotary hinge provided by the embodiment of this invention.

[Drawing 3 B] Drawing 3 B expresses the MEMS mirror characterized by the two-dimensional rotation connection type hinge of drawing 3 A.

[Drawing 4 A] Drawing 4 A is a figure of the mirror which has the two-dimensional rotation connection type hinge and movable cantilever attachment system which are provided by the embodiment of this invention.

[Drawing 4 B] Drawing 4 B provides the notching figure of a mirror and the sectional view of the side which have the two-dimensional rotation connection type hinge and movable cantilever attachment system which are provided by another embodiment of this invention.

[Drawing 4 C] The notching figure of a mirror and the sectional view of the side which have the two-dimensional rotation connection type hinge and movable cantilever attachment system which are provided by another embodiment of this invention are provided.

[Drawing 5] Drawing 5 is a one-dimensional MEMS array of the device of drawing 4 A, and the same device.

[Drawing 6] Drawing 6 is a figure of the conventional two-dimensional gimbal mirror which has a holding frame.

[Drawing 7] Drawing 7 is a typical schematic illustration of the MEMS mirror which has hidden hinge mechanism.

[Drawing 8] Drawing 8 is a typical schematic illustration of 2D mirror attached on the single movable flexible post.

[Translation done.]

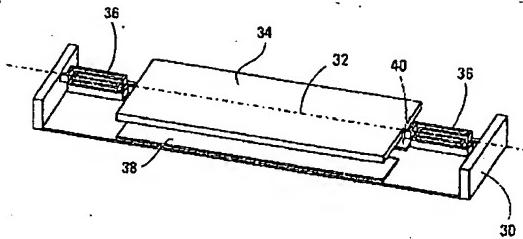
*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

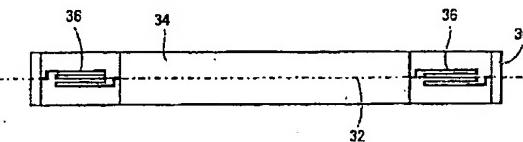
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

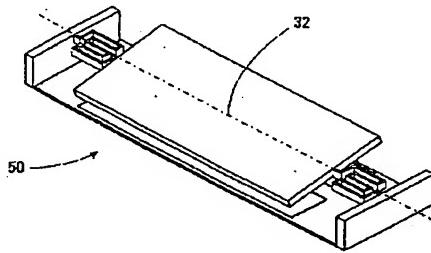
[Drawing 1 A]



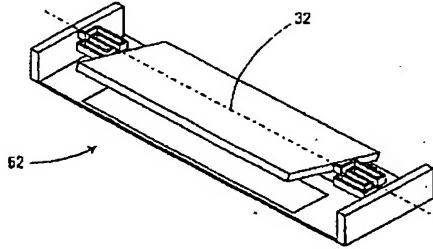
[Drawing 1 B]



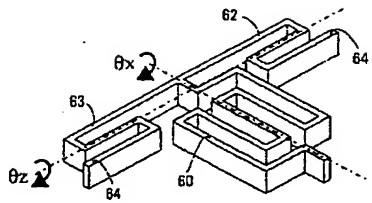
[Drawing 2 A]



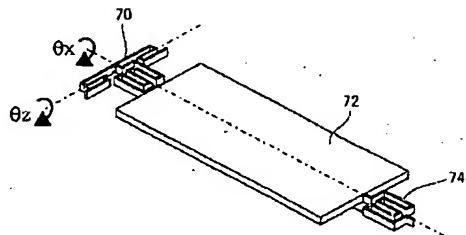
[Drawing 2 B]



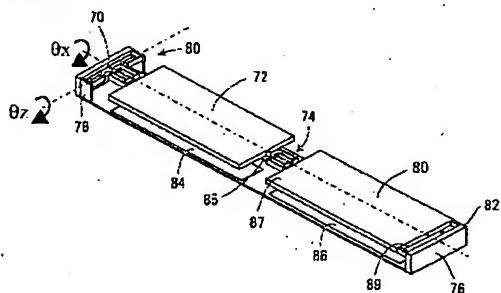
[Drawing 3 A]



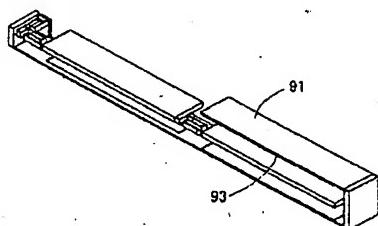
[Drawing 3 A]



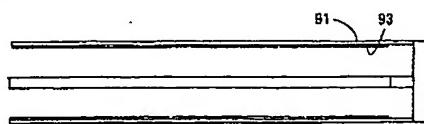
[Drawing 3 B]



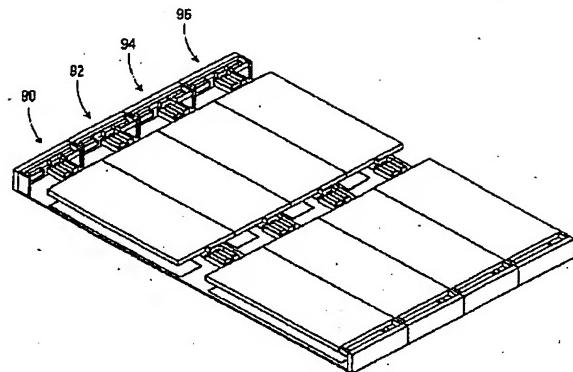
[Drawing 4 A]



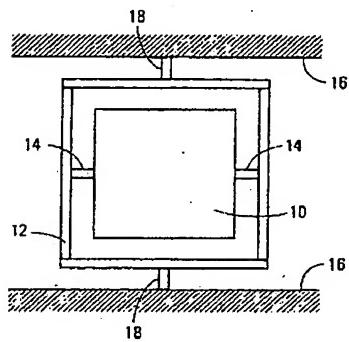
[Drawing 4 B]



[Drawing 5]

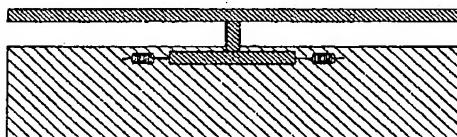


[Drawing 6]



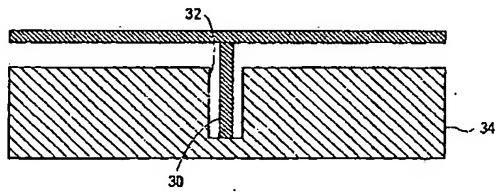
(従来技術)

[Drawing 7]



(従来技術)

[Drawing 8]



(従来技術)

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

WRITTEN AMENDMENT

[Written Amendment]

[Filing date]Heisei 16(2004) October 7 (2004.10.7)

[Amendment 1]

[Document to be Amended]Claims

[Item(s) to be Amended]Whole sentence

[Method of Amendment]Change

[The contents of amendment]

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is micro electro mechanical system (MEMS) mirror devices, and is this device,

It has a mirror, and this mirror has a two-dimensional rotation connection type hinge in the first end, and it has a one-dimensional rotation connection type hinge in the second end of an opposite hand of this first end,

It has a movable cantilever and this movable cantilever is connected to this mirror via this one-dimensional rotation connection type hinge,

It has a supporting structure body, and this supporting structure body is connected to this mirror via this two-dimensional rotation connection type hinge, and it is connected to this movable cantilever,

By this, a motion of said movable cantilever produces rotation of this mirror in the first axis of rotation, and this mirror is also pivotable in the surroundings of the second vertical torsion axis of rotation to said first axis of rotation,

Said device.

[Claim 2]

A two-dimensional rotation connection type hinge,

It has the first one-dimensional rotation connection type hinge, and a one-dimensional rotation connection type hinge of this first has the first attachment point at the first end, and it has the second end,

having the second one-dimensional rotation connection type hinge — this — the second one-dimensional rotation connection type hinge has the second attachment point at the first end, and has the second end — this — the second end of the first one-dimensional rotation connection type hinge — this — being connected to the second end of the second one-dimensional rotation connection type hinge

having the third one-dimensional rotation connection type hinge — this — the third one-dimensional rotation connection type hinge is connected to the second end of the this first and second connection type one-dimensional rotary hinges
this — this — the first one-dimensional rotation connection type hinge — this — the second one-dimensional rotation connection type hinge, having defined the first axis of rotation between this first attachment point and this second attachment point — and — this — the third one-dimensional rotation connection type hinge and a one-dimensional rotation connection type hinge in the second end of a mirror have defined the second vertical torsion axis of rotation to this first axis of rotation

The device according to claim 1.

[Claim 3]

The device according to claim 2 which is that in which a 1-dimensional each rotation connection type hinge has each connection type beam, and this beam has an aspect ratio with large thickness to width.

[Claim 4]

A 1-dimensional each rotation connection type hinge has each connection type beam, and this beam has an aspect ratio with large thickness to width, The device according to claim 2 currently formed with one or material beyond it chosen from a group which this beam becomes from silicon, polysilicon, silicon nitride, diacid-ized silicon, and metallic coating possible material.

[Claim 5]

The device according to claim 3 with which a beam is formed by integral construction.

[Claim 6]

The device according to claim 3 with which a beam, a mirror, and a movable cantilever are formed by integral construction.

[Claim 7]

The device according to claim 1 with which a mirror has a movement angle range of at least 0.5 degree in each axis.

[Claim 8]

The device according to claim 1 which has further an electrode for applying electrostatic force to this mirror so that a mirror may be moved in the first and the second axis of rotation.

[Claim 9]

The device according to claim 8 which has at least one electrode for applying electrostatic force to a movable cantilever so that an electrode may have two electrodes for applying electrostatic force to this mirror so that a mirror may be moved in the second axis of rotation, and it may move a mirror in the second axis of rotation.

[Claim 10]

The device according to claim 8 which has two electrodes for applying electrostatic force to a movable cantilever so that an electrode may have two electrodes for applying electrostatic force to this mirror so that a mirror may be moved in the second axis of rotation, and it may move a mirror to both directions in the second axis of rotation.

[Claim 11]

The device according to claim 1 whose mirror is made of silicon plated with metal.

[Claim 12]

The device according to claim 11 with which metal has a layer of gold, aluminum, or copper.

[Claim 13]

A device which the device according to claim 1 is arranged side by side so that two or more MEMS arrays of N pieces and 1xN may be formed, and is $N \geq 2$.

[Claim 14]

the device according to claim 1 — two or more — a device which it is arranged so that it may become a device of NxM pieces and M individual of N sequence, and a MEMS array of NxM is formed of it, and are $N \geq 2$ and $M \geq 2$.

[Claim 15]

The device according to claim 1 with which a mirror is used for optical switching, and a movable cantilever is used for capacity detection of a mirror position, or optical detection.

[Claim 16]

It is an optical switch,

It has two or more optical ports,

Two or more owners of the device according to claim 1 are carried out, and each device conforms so that light may be switched between each pair of said optical port,

Said optical switch.

[Claim 17]

It is a two-dimensional rotation connection type hinge for connection with a device which is with a supporting structure body and should rotate, and is the hinge concerned.

It has the first one-dimensional rotation connection type hinge, and a one-dimensional rotation connection type hinge of this first has the first attachment point at the first end, and it has the second end,

having the second one-dimensional rotation connection type hinge — this — the second one-dimensional rotation connection type hinge has the second attachment point at the first end, and has the second end — this — the second end of the first one-dimensional rotation connection type hinge — this — being connected to the second end of the second one-dimensional rotation connection type hinge

having the third one-dimensional rotation connection type hinge — this — the third one-dimensional rotation connection type hinge is connected to the second end of the this first and second connection type one-dimensional rotary hinges this — this — the first one-dimensional rotation connection type hinge — this — the second one-dimensional rotation connection type hinge, having defined the first axis of rotation between this first attachment point and this second attachment point — and — this — the third one-dimensional rotation connection type hinge has defined the second vertical torsion axis of rotation to this first axis of rotation

Said hinge.

[Claim 18]

The two-dimensional connection type hinge according to claim 17 in which a 1-dimensional each rotation connection type hinge has each connection type beam, and this beam has an aspect ratio with high thickness to width.

[Claim 19]

The two-dimensional connection type hinge according to claim 18 with which a beam is formed by integral construction.

[Claim 20]

The two-dimensional connection type hinge according to claim 18 currently formed with one or material beyond it chosen from a group which a beam becomes from silicon, polysilicon, silicon nitride, diacid-ized silicon, and metallic coating possible material.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2006-524349

(P2006-524349A)

(43) 公表日 平成18年10月26日(2006.10.26)

(51) Int.C1.

G02B 26/08

(2006.01)

F 1

B81B 3/00

(2006.01)

GO2B 26/08

B81B 3/00

E

テーマコード(参考)

2HO41

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2006-504118 (P2006-504118)
 (86) (22) 出願日 平成16年4月20日 (2004.4.20)
 (85) 翻訳文提出日 平成17年10月21日 (2005.10.21)
 (86) 國際出願番号 PCT/CA2004/000598
 (87) 國際公開番号 WO2004/094301
 (87) 國際公開日 平成16年11月4日 (2004.11.4)
 (31) 優先権主張番号 60/464,972
 (32) 優先日 平成15年4月24日 (2003.4.24)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

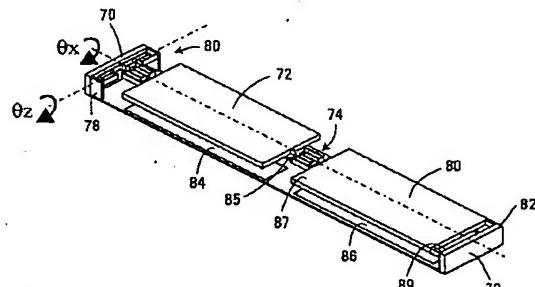
(71) 出願人 505394253
 メトコネックス カナダ インコーポレイ
 ティッド
 カナダ国、ケイ2ケイ 3ジー3 オンタ
 リオ、オタワ、ハインズ ロウド 84
 (74) 代理人 100080791
 弁理士 高島 一
 マーラ、モーヒウッディーン
 カナダ国、ケイ2エム 2エル5 オンタ
 リオ、カナタ、エメラルド メドウズ ド
 ライヴ 73
 (72) 発明者 デュセリエ、トーマス
 カナダ国、ケイ1エヌ 6ピー9 オンタ
 リオ、オタワ、ベッセラー ストリート
 415

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】高フィルファクターミラーのための、連接式サスペンション構造を有する微小電子機械システム
2次元ミラー

(57) 【要約】

本発明は、微小電気機械システム(MEMS)ミラーデバイスを提供する。当該デバイスは、ミラーを有し、該ミラーは、第一端部に2次元回転連接式ヒンジを有し、かつ該第一端部の反対側の第二端部に1次元回転連接式ヒンジを有する。可動カンチレバーを有し、該可動カンチレバーは、該1次元回転連接式ヒンジを介して該ミラーに接続されている。支持構造体を有し、該支持構造体は、該2次元回転連接式ヒンジを介して該ミラーに接続されており、かつ該可動カンチレバーに接続されている。これによって、該可動カンチレバーの動きにより、第一の回転軸において該ミラーの回転が生じ、そして、該ミラーが該第一の回転軸に対して垂直な第二の振じり回転軸に関して回転可能である。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

微小電子機械システム（MEMS）ミラーデバイスであって、
ミラーを有し、該ミラーは、第一端部に2次元回転連接式ヒンジを持ちかつ該第一端部
の反対側の第二端部に1次元回転連接式ヒンジを持ち、
可動カンチレバーを有し、該可動カンチレバーは、該1次元回転連接式ヒンジを介して
該ミラーに接続されており、
支持構造体を有し、該支持構造体は、該2次元回転連接式ヒンジを介して該ミラーに接
続されており、かつ該可動カンチレバーに接続されており、
これによって、前記可動カンチレバーの動きが第一の回転軸における該ミラーの回転を
生じさせ、かつ、該ミラーが前記第一の回転軸に対して垂直な第二の捩じり回転軸の周り
を回転可能でもある、
前記デバイス。

【請求項 2】

2次元回転連接式ヒンジが、
第一の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第一の1次元回転連接式ヒンジは、第一端部
に第一取り付けポイントを有しかつ第二端部を有し、
第二の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第二の1次元回転連接式ヒンジは、第一端部
に第二取り付けポイントを有しかつ第二端部を有し、該第一の1次元回転連接式ヒンジの
第二端部が、該第二の1次元回転連接式ヒンジの第二端部に接続されており、
第三の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第三の1次元回転連接式ヒンジは、該第一お
よび第二の連接式1次元回転ヒンジの第二端部に接続されており、
これによって、該第一の1次元回転連接式ヒンジと該第二の1次元回転連接式ヒンジと
が、該第一取り付けポイントと該第二取り付けポイントとの間に第一の回転軸を定めてお
り、かつ、該第三の1次元回転連接式ヒンジとミラーの第二端部にある1次元回転連接式
ヒンジとが、該第一の回転軸に対して垂直な第二の捩じり回転軸を定めている、
請求項1に記載のデバイス。

【請求項 3】

各1次元回転連接式ヒンジがそれぞれの連接式ビームを有し、該ビームは幅に対する厚
さの大きいアスペクト比を持つものである、請求項2に記載のデバイス。

【請求項 4】

各1次元回転連接式ヒンジがそれぞれの連接式ビームを有し、該ビームは幅に対する厚
さの大きいアスペクト比を持っており、該ビームが、シリコン、ポリシリコン、窒化シリ
コン、二酸化シリコン、および金属被覆可能材料からなる群より選ばれる1つまたはそれ
以上の材料で形成されている、請求項2に記載のデバイス。

【請求項 5】

ビームが一体構造で形成されている、請求項3に記載のデバイス。

【請求項 6】

ビーム、ミラーおよび可動カンチレバーが、一体構造で形成されている、請求項3に記
載のデバイス。

【請求項 7】

ミラーが、各軸において、少なくとも0.5度の運動角度範囲を有する、請求項1に記
載のデバイス。

【請求項 8】

ミラーを第一および第二の回転軸において動かすよう、静電気力を該ミラーに加えるた
めの電極をさらに有する、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 9】

電極が、ミラーを第二の回転軸において動かすよう静電気力を該ミラーに加えるための
2つの電極を有し、かつ、ミラーを第二の回転軸において動かすよう静電気力を可動カン
チレバーに加えるための少なくとも1つの電極を有する、請求項8に記載のデバイス。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

電極が、ミラーを第二の回転軸において動かすよう静電気力を該ミラーに加えるための2つの電極を有し、かつ、ミラーを第二の回転軸において両方向へ動かすよう静電気力を可動カンチレバーに加えるための2つの電極を有する、請求項8に記載のデバイス。

【請求項 11】

ミラーが、金属でメッキされたシリコンでできている、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 12】

金属が、金、アルミニウム、または銅の層を有する、請求項11に記載のデバイス。

【請求項 13】

請求項1に記載のデバイスが、複数N個、 $1 \times N$ のMEMsアレイを形成するように並んで配置され、 $N \geq 2$ である、デバイス。 10

【請求項 14】

請求項1に記載のデバイスが、複数 $N \times M$ 個、N列のM個のデバイスとなるように配置され、それによって $N \times M$ のMEM.sアレイが形成され、 $N \geq 2$ および $M \geq 2$ である、デバイス。

【請求項 15】

ミラーが光スイッチングのために用いられ、かつ、可動カンチレバーがミラーポジションの容量検知または光検知のために用いられる、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 16】

光スイッチであって、

複数の光ポートを有し、

請求項1に記載のデバイスを複数有し、各デバイスが、前記光ポートのそれぞれのペアの間で光をスイッチするように適合している、

前記光スイッチ。

【請求項 17】

支持構造体とのおよび回転されるべきデバイスとの接続のための2次元回転連接式ヒンジであって、当該ヒンジは、

第一の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第一の1次元回転連接式ヒンジは、第一端部に第一取り付けポイントを有し、かつ第二端部を有し、

第二の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第二の1次元回転連接式ヒンジは、第一端部に第二取り付けポイントを有し、かつ第二端部を有し、該第一の1次元回転連接式ヒンジの第二端部が該第二の1次元回転連接式ヒンジの第二端部に接続されており、 30

第三の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第三の1次元回転連接式ヒンジは、該第一および第二の連接式1次元回転ヒンジの第二端部に接続されており、

これによって、該第一の1次元回転連接式ヒンジと該第二の1次元回転連接式ヒンジとが、該第一取り付けポイントと該第二取り付けポイントとの間に第一の回転軸を定めており、かつ、該第三の1次元回転連接式ヒンジとミラーの第二端部にある1次元回転連接式ヒンジとが、該第一の回転軸に対して垂直な第二の捩じり回転軸を定めている、

前記ヒンジ。

【請求項 18】

各1次元回転連接式ヒンジが、それぞれの連接式ビームを有し、該ビームは幅に対する厚さの高いアスペクト比を持っている、請求項17に記載の2次元連接式ヒンジ。 40

【請求項 19】

ビームが一体構造で形成されている、請求項18に記載の2次元連接式ヒンジ。

【請求項 20】

ビームが、シリコン、ポリシリコン、窒化シリコン、二酸化シリコン、および金属被覆可能材料からなる群より選ばれる1つまたはそれ以上の材料で形成されている、請求項18に記載の2次元連接式ヒンジ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

10

20

30

40

50

【0001】

発明の分野

本発明は、高フィルファクターアレイのための、連接式(articulated)サスペンション構造を有する微小電子機械システム2次元ミラーに関する。

【背景技術】

【0002】

発明の背景

MEMS (Micro-Electro-Mechanical-System: 微小電子機械システム) デバイスは、様々な微細加工プロセス (ほとんどが集積回路の製造方法に由来する) によってデバイスと一緒に加工される電気回路を有する、微小サイズの機械構造体である。微小電子機械システム (MEMS) の分野における開発により、オール光交差接続スイッチ、 $1 \times N$ 、 $N \times N$ 光スイッチ、アッテネーターなどにおいて用いられる、微小電子機械ミラーおよびミラーアレイの大量生産が可能になる。多くの微小電子機械ミラーアレイがすでに、MEMS 製造プロセスおよび技術を用いて作られてきた。これらのアレイは、およそ以下に並べて説明する3つの設計カテゴリーに該当する設計を有する。

10

【0003】

a) フレームに囲まれたミラーを有する従来の2Dジンバルミラー

従来の2Dジンバルミラーは、MEMS 2D 微小ミラーの最も一般的なタイプの1つである。一例を図6に示す。これは中央ミラー10からなり、該ミラーは、図6に示すように、捩じりヒンジ(torsional hinge)14で外側フレーム12に接続されている。次いで、外側フレーム12は、別セットの捩じりヒンジ18で支持構造体16に接続されている。中央ミラー10の下には4つの電極があり、これら電極を作動させてミラーフレームアセンブリの2Dのチルト(tilt)を生じさせることができる。かかるデバイスの1つは、米国特許出願公報番号: US 2002/0071169 A1 (公開日、2002年6月13日) に開示されている。この設計の1つの欠点は、ミラーアレイにおいて、高いフィルファクター (fill factor) (これは、2つの連続したミラー間の間隔、またはアレイにおける全エリアに対するアクティブエリアの割合である) を達成することができないことがある。

20

【0004】

b) 隠しヒンジ構造を有する2D/3Dミラー

空間光変調器においてなされた重大な進展により、さまざまなタイプの隠しヒンジ構造を有する多くの2D微小ミラーデバイスが設計してきた。これらの例示は、米国特許番号5,535,047、米国特許番号5,661,591、米国特許番号: US 6,480,320 B2 に開示されている。

30

【0005】

かかるデバイスの一例の概略図を図7に示す。このデバイス構造は高フィルファクターアレイをもたらすことができるが、製造プロセスが非常に複雑である。隠しヒンジ構造を有する空間光変調器およびデジタルミラーデバイスについてのさらなる考察のため、以下の参照する: 米国特許番号5,061,049、米国特許番号5,079,545、米国特許番号5,105,369、米国特許番号5,278,652、米国特許番号4,662,746、米国特許番号4,710,732、米国特許番号4,956,619、米国特許番号5,172,262、および米国特許番号5,083,857。

40

【0006】

c) 単一可動フレキシブルポストに取り付けられた2Dミラー

MEMSチルトプラットフォームの一例は、図8に示すように、フレキシブルポスト30によって支持されている。ポスト30は、基板すなわち支持材料34に形成された、モート32、すなわち、溝の内部に延びている。ポスト30は、単方向性ヒンジとして作動するように十分に長くかつフレキシブルに作られており、曲がることで、ミラー36が2つの自由度で位置決めされるのを可能にし得る。

【0007】

50

この設計のいくつかの欠点は、プロセスの複雑性、ポストフレキシビリティ、ワイヤリング、およびチルト離心（tilt eccentricity）である。かかるデバイスのいくつかは、米国特許番号 5,469,302、米国特許出願公報番号 US 2002/0075554 A1 に開示されている。

【0008】

さらに、これらのデバイスのコントロールは複雑となり、デバイスコストのかなりの部分を占める。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の要旨

必ずしも全てではないがいくつかの実施態様において実現されたいいくつかの利点として以下のことが挙げられる。

高フィルファクターリニアアレイ。99%もの高フィルファクターが達成されうる。

2つのチルト軸間の、ほとんど無視できるカップリング。

安価で簡単なコントロール。開ループ／参照(look up)テーブルコントロールですら可能である。

簡単な製造プロセスを用いてデバイスを製造することができる。

そして、デバイスのカンチレバー部分を、ミラーポジションの容量検知または光検知のために用いることもできる。

【0010】

1つの広い態様によれば、本発明は、微小電子機械システム（MEMS）ミラーデバイスを提供し、当該デバイスは、ミラーを有し、該ミラーは、第一端部に2次元回転連接式ヒンジを持ちかつ該第一端部の反対側の第二端部に1次元回転連接式ヒンジを持ち；当該デバイスは、可動カンチレバーを有し、該可動カンチレバーは、該1次元回転連接式ヒンジを介して該ミラーに接続されており；当該デバイスは、支持構造体を有し、該支持構造体は、該2次元回転連接式ヒンジを介して該ミラーに接続されており、かつ該可動カンチレバーに接続されており；これによって、前記可動カンチレバーの動きが第一の回転軸における該ミラーの回転を生じさせ、かつ、該ミラーが前記第一の回転軸に対して垂直な第二の捩じり回転軸の周りを回転可能でもある。

【0011】

ある実施態様では、2次元回転連接式ヒンジが、第一の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第一の1次元回転連接式ヒンジは、第一端部に第一取り付けポイントを有しかつ第二端部を有し；該2次元回転連接式ヒンジが、第二の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第二の1次元回転連接式ヒンジは、第一端部に第二取り付けポイントを有しかつ第二端部を有し、該第一の1次元回転連接式ヒンジの第二端部が、該第二の1次元回転連接式ヒンジの第二端部に接続されており；2次元回転連接式ヒンジが、第三の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第三の1次元回転連接式ヒンジは、該第一および第二の連接式1次元回転ヒンジの第二端部に接続されており；これによって、該第一の1次元回転連接式ヒンジと該第二の1次元回転連接式ヒンジとが、該第一取り付けポイントと該第二取り付けポイントとの間に第一の回転軸を定めており、かつ、該第三の1次元回転連接式ヒンジとミラーの第二端部にある1次元回転連接式ヒンジとが、該第一の回転軸に対して垂直な第二の捩じり回転軸を定めている。

【0012】

ある実施態様では、各1次元回転連接式ヒンジがそれぞれの連接式ビームを有し、該ビームは幅に対する厚さの大きいアスペクト比を持つものである。

【0013】

ある実施態様では、ビームが一体構造で形成されている。

【0014】

ある実施態様では、シリコンのビーム、ミラーおよび可動カンチレバーが、一体構造で

形成されている。

【0015】

ある実施態様では、連接式ヒンジは、ポリシリコン、窒化シリコンまたはその他の任意の被覆可能材料などの被覆された材料でできてもよく、ミラーおよび可動カンチレバーが一体構造で形成されている。

【0016】

好ましくは、ミラーは、各軸において、少なくとも0.5度の運動角度範囲を有する。しかしながら、その他の運動範囲が除外されるわけではない。

【0017】

ある実施態様では、デバイスは、静電気力をミラーに加えてミラーを第一および第二の回転軸において動かすための電極をさらに有する。 10

【0018】

ある実施態様では、電極が、ミラーを第二の回転軸において動かすよう静電気力を該ミラーに加えるための2つの電極を有し、かつ、ミラーを第二の回転軸において動かすよう静電気力を可動カンチレバーに加えるための少なくとも1つの電極を有する。

【0019】

ある実施態様では、ミラーが、金属でメッキされたシリコンでできている。

【0020】

ある実施態様では、金属が、金、アルミニウム、または銅の層を有する。

【0021】

ある実施態様では、複数N個のデバイスが、 $1 \times N$ のMEMsアレイを形成するように並んで配置され、 $N \geq 2$ である。 20

【0022】

ある実施態様では、複数 $N \times M$ 個のデバイスが、N列のM個のデバイスとなるように配置され、それによって $N \times M$ のMEMsアレイが形成され、 $N \geq 2$ および $M \geq 2$ である。

【0023】

ある実施態様では、ミラーは光スイッチングのために用いられ、かつ、可動カンチレバーはミラーポジションの容量検知または光検知のために用いられる。

【0024】

別の広い態様によれば、本発明は光スイッチを提供し、当該スイッチは、複数の光ポートを有し、請求項1に記載のデバイスを複数有し、各デバイスが、前記光ポートのそれぞれのペアの間で光をスイッチするように適合している。 30

【0025】

1つの広い態様によれば、本発明は、支持構造体とのおよび回転されるべきデバイスとの接続のための2次元回転連接式ヒンジを提供し、当該ヒンジは、第一の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第一の1次元回転連接式ヒンジは、第一端部に第一取り付けポイントを有し、かつ第二端部を有し；当該ヒンジは、第二の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第二の1次元回転連接式ヒンジは、第一端部に第二取り付けポイントを有し、かつ第二端部を有し、該第一の1次元回転連接式ヒンジの第二端部が該第二の1次元回転連接式ヒンジの第二端部に接続されており；当該ヒンジは、第三の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第三の1次元回転連接式ヒンジは、該第一および第二の連接式1次元回転ヒンジの第二端部に接続されており；これによって、該第一の1次元回転連接式ヒンジと該第二の1次元回転連接式ヒンジとが、該第一取り付けポイントと該第二取り付けポイントとの間に第一の回転軸を定めており、かつ、該第三の1次元回転連接式ヒンジが、該第一の回転軸に対して垂直な第二の捩じり回転軸を定めている。 40

【0026】

ある実施態様では、各1次元回転連接式ヒンジが、それぞれのシリコンからなる連接式ビームを有し、該ビームは幅に対する厚さの高いアスペクト比を持っている。

【0027】

ある実施態様では、シリコンからなるビームは一体構造で形成されている。 50

【0028】

ある実施態様では、連接式ヒンジは、幅に対する厚さの低い比を有する、ポリシリコン、塗化シリコンなどの被覆された材料で形成され得る。

【0029】

ある実施態様では、連接式ヒンジのそれぞれは、被覆された单一もしくは複数の材料からなる、一体構造の単一ビームであってもよい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

ここで、本発明の好ましい実施態様を添付の図面を参照して説明する。

【0031】

好ましい実施態様の詳細な説明

連接式サスペンションのスプリング／ヒンジによって支持された公知の 1 D MEMS 振じりミラーが図 1A および 1B に示されている。この装置は、支持構造体 30 からなり、該構造体内には、2つの連接式ヒンジ 36 を介して該支持構造体 30 に接続されたミラー 34 が取り付けられている。通常、ミラーおよび連接式ヒンジの装置全体は、シリコンの単一ピースでできている。連接式ヒンジ 36 は、幅に対する長さの高いアスペクト比を有するシリコンビームからなり、これによって、振じり回転が可能になる。連接部(articulation)を用いることにより、長いシリコンビームを非常に狭い空間に提供することができる。一組のアドレス電極 38 および 40 もまた示してある。これらは、電圧を電極へ印加することができるコントロールシステムに接続される。通常、ミラー装置は接地(grounded)される。ミラー 34 は、電極 38、40 を用いてミラーのいずれかの側に静電気力を加えることにより、その回転軸 (θ_x) 32 を中心にして回転することができる。これは図 2 に示す。概して 50 で示したものは、第一の配置（ここで、ミラーは回転軸 32 に関して反時計回りに回転している）にあるミラーであり、概して 52 で示したものは、ミラーが回転軸 32 に関して時計回りに回転している同じ装置を示す。

【0032】

ミラーの 2D 回転（すなわち、 (θ_x) および (θ_z) の両方における回転、 θ_z は主振じりチルト (θ_x) に対して直交している）を促進するために、本発明の実施態様は 2D 回転可能な連接式ヒンジを提供する。新規な連接式ヒンジの上面図を図 3A に示す。2D 回転可能な連接式ヒンジは、第一連接式ヒンジ部分 60 および一組の第二連接式ヒンジ 62、63 を含む。第二連接式ヒンジ 62、63 のそれぞれは、概して 64 で示した支持構造体に接続可能であり、また、第一連接式ヒンジ 60 にも接続されている。3つの連接式ヒンジ 60、62、63 のそれぞれは、図 1A の従来の連接式ヒンジ 36 と同様のものである。すなわち、各連接式ヒンジは、幅に対する高いアスペクト比の厚さを有するシリコンビームからなる。3つの連接式ヒンジ 60、62、63 からなる装置全体は、好ましくは、シリコンの単一の一体ピースから作られる。別の実施態様では、装置は、ポリシリコン、塗化シリコン、二酸化シリコン、および金属被覆可能材料などの被覆された材料でできている。その他の材料を使用してもよい。組立てが必要とされないという点で、構造は一体であるのが好ましい。しかしながら、ビームは、複数の材料でできっていてもよく、例えば、層状構造であってもよい。第一連接式ヒンジ 60 によって第一振じり軸 (θ_x) に沿った回転が可能となるのに対し、第二および第三連接式ヒンジによって第二軸 (θ_z) に関して回転が可能となる。

【0033】

あらゆる適切な寸法を連接式ヒンジに用いることができる。異なる数の連接部を用いることができる。所定の連接式ヒンジに含まれる連接部が多いほど、それぞれの軸に関して回転を生じさせるのに必要とされる力が少なくてすむ。実例の実施において、様々なヒンジの寸法は以下の通りである。

ヒンジ 62 および 63 : {75 μm (L), 1.5 μm (W), 15 μm (T), 5 μm (ギャップ) および 3 (連接部)}

ヒンジ 60 および 74 : {75 μm (L), 1.5 μm (W), 15 μm (T), 5 μm (ギャップ) および 3 (連接部)}

m (ギャップ) および 11 (連接部))

【0034】

次に、図3Bを参照して、図3Aの連接式ヒンジの第一の使用例を示す。ここで、連接式ヒンジは概して70で示されており、別の1D連接式ヒンジ74がある端部とは反対側の端部でミラー72に接続されている。図3Bの装置全体はシリコンの単一ピースで作られているのが好ましい。図3に示したような装置によって、主回転軸(θ_x)および付加的な回転軸(θ_z)（この軸は、主回転軸に対して直交している）に関してミラー72が回転することが可能となる。

【0035】

本発明の好ましい実施態様において、図3Bの装置は、一例として図4Aに例示される器具において使用される。ここで、再び2D回転連接式ヒンジ70がミラー72および1D回転連接式ヒンジ74に接続されているのが示されている。支持構造体を概して76で示す。2D回転連接式ヒンジ70は、2つの箇所78、80において支持構造体に接続されている。1D回転連接式ヒンジ74は、カンチレバー80を介して支持構造体76に接続されている。好ましくは、カンチレバーは単にシリコンの別のピースであり、該ピースは、このカンチレバーを主回転軸(θ_x)に関して実質的に回転させないような様式で、支持構造体76に82にて接続されている。しかしながら、カンチレバー80はいくらかのフレキシビリティを有しており、特に、支持構造体への接続部82から最も離れているカンチレバー80の端部87は、いくらかの上下運動が可能である。カンチレバー80のさらなるフレキシビリティを得るために、パーツを取り除いてもよい。図解した実施例において、カンチレバー80は、支持構造体76への取り付けポイント82の近くにギャップ89を含む。これによって、ポイント87の上下運動を生じさせるのに必要な力の量が低減される。

10

【0036】

捩じり軸(θ_x)における回転をコントロールするために、電極84、85が備えられ、これらは図1Aの38、40の電極と同様に作動する。これによって、主捩じり軸に関するミラー72の回転をコントロールすることが可能となる。さらに、カンチレバー構造体80の下方に電極86が示されており、該電極は、支持構造体76への接続部82から最も離れているカンチレバー80の端部87の上下運動をコントロールする。このポイント87の上下運動によって、付加的な回転軸(θ_z)についてのミラー72の回転が生じる。その生じたカンチレバーのたわみ(deflection)が、第二軸(T-バーによって形成される)の周りにミラーを回転させ、こうして、ミラーを両軸において同時にまたは独立して傾斜させる。

20

【0037】

付加的な回転軸に関する回転に対して最もフレキシブルなコントロールを提供するために、付加的な電極を有する付加的な支持構造体をカンチレバー80の上部に備えつける必要があり、それによって、力を加えてカンチレバー80の端部87を上方へ動かすことができる。しかしながら、用途によっては、この付加的な自由度は必要とされないこともある。この実施例を図4Bに示す。図4Bは、付加的な支持構造体91および付加的な電極93（これらによって、静電気力をカンチレバー構造体に加えてそれを上下両方に動かすことが可能となる）以外は、図4Aとほぼ同じである。

30

【0038】

図4Aの実施態様は電極の使用を採用しており、これによって、静電気力がかけられて2つの回転軸における回転をコントロールすることができる。より一般的には、あらゆる他のタイプの力もまた、これらの回転軸の片方もしくは両方において利用することができる。例えば、熱力、磁力、熱バイモルフ力または圧電力を利用して、要求される回転およびコントロールを達成することができる。

40

【0039】

2D回転連接式ヒンジ、連接式捩じりミラー、および可動カンチレバーのこの組み合せによって、完全に機能的な2-D MEMSミラーが得られる。カンチレバーは、電極

50

の配列すなわち力の印加(application)に応じて上下いずれかの方向にたわませられ得、それによって、捩じりミラーを第二軸 θ_z についていずれかの方向に回転させることができる。ほとんどの静電気の印加について、カンチレバーは下方のみにたわませられ得、1/Oの数を低減することおよび複雑さをコントロールすることができる。

【0040】

多数のミラーを並べて配置し、2つのミラー間の間隔を最小にして、リニアミラーアレイをつくることができる。この実施例を図5に示す。図5には、2D回転連接式ヒンジおよびカンチレバーを有する4つの2D捩じりミラー90、92、94、96のリニアアレイが示されている。このようなアレイには、任意の数が含まれ得る。別の実施態様は、N×M個のかかるミラーデバイスの2次元アレイを提供する。

10

【0041】

図4の構造の主な利点の1つは、2つのチルト軸間のカップリングが最小限であることである。このデバイス構造はあらゆる用途に用いることができる。これは、单一または複数アレイ構成のあらゆる適切な用途のための単一ミラーとして用いることができる。この装置は、ミラーアレイについて高フィルファクター（これは、アレイにおける2つの連続したミラー間の間隔である）を達成し、製造が非常に簡単である。2つのミラー間の間隔は、数ミクロンほどの少なさであり得、あるいは、微小加工プロセスによって限定されるものであり得る。

【0042】

デバイスは、現行のMEMS製造プロセスを用いて製造することができる。市販されているいくつかの適切なプロセスは、Analog Devices Incからの光IMEMS（登録商標）(Thor Juneauら、2003、「Single-Chip 1x84 MEMS Mirror Array For Optical Telecommunication Applications」、Proceeding of SPIE, MOEMS and Miniaturized Systems III, 27-29 2003年1月, Vol. 4983, pp. 53-64.を参照)、Cronos (MEMScAPの子会社)からのSOI MUMPS (<http://www.memsrus.com/figs/soimumps.pdf>)である。慣例的なプロセスを合わせて、デバイスを製造することもできる。

20

【0043】

システムの適用において、2つの自由角度におけるミラーの回転をコントロールするために、コントロールシステムが備えつけられることは理解されるべきである。これは、様々な電極による力の適当な印加によってコントロールされる。好ましくは、コントロールシステムは、様々なチルトポジションについての電圧参照テーブルを有する開ループシステム、または容量検知もしくは光検知を有する閉ループシステムである。

30

【0044】

上記で採用した実施態様におけるミラーは、反射コーティングを有する必要がある。例えば、金、アルミニウムもしくは銅の、1以上の層になったコーティングである。ミラーは光のビームのメインスイッチングを行うために用いられる。しかしながら、カンチレバー部分もまた反射コーティングを有し得ることは理解されるべきである。カンチレバーおよび／またはミラーのコンポーネントは、容量検知または光検知のために用いることができる。例えば、ミラーのコンポーネントをスイッチングのために用いてもよい一方で、カンチレバーのコンポーネントを、発生したシグナルの感知を行って、ミラーの方向付けに対してフィードバックコントロールを行うために用いることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1A】図1Aおよび図1Bは、連接式サスペンション構造を有する従来の1次元MEMSミラーの2つの図を提供している。

【図1B】図1Aおよび図1Bは、連接式サスペンション構造を有する従来の1次元MEMSミラーの2つの図を提供している。

【図2A】図2は、図1のデバイスを2つの回転状態で示す。

【図2B】図2は、図1のデバイスを2つの回転状態で示す。

【図3,A】図3Aは、本発明の実施態様によって提供される2次元連接式回転ヒンジの平

50

面図である。

【図 3 B】図 3 B は、図 3 A の 2 次元回転連接式ヒンジを特徴とする M E M S ミラーを表す。

【図 4 A】図 4 A は、本発明の実施態様によって提供される 2 次元回転連接式ヒンジおよび可動カンチレバー取り付けシステムを有するミラーの図である。

【図 4 B】図 4 B は、本発明の別の実施態様によって提供される 2 次元回転連接式ヒンジおよび可動カンチレバー取り付けシステムを有するミラーの切り欠き図および側方の断面図を提供している。

【図 4 C】本発明の別の実施態様によって提供される 2 次元回転連接式ヒンジおよび可動カンチレバー取り付けシステムを有するミラーの切り欠き図および側方の断面図を提供している。
10

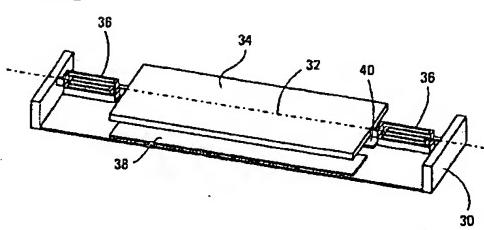
【図 5】図 5 は、図 4 A のデバイスと同様なデバイスの 1 次元 M E M S アレイである。

【図 6】図 6 は、支持フレームを有する従来の 2 次元ジンバルミラーの図である。

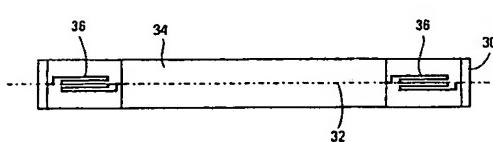
【図 7】図 7 は、隠しヒンジ構造を有する M E M S ミラーの典型的な略図である。

【図 8】図 8 は、単一可動フレキシブルポスト上に取り付けられた 2 D ミラーの典型的な略図である。

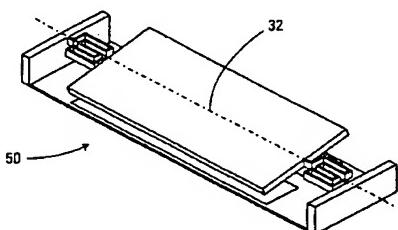
【図 1 A】



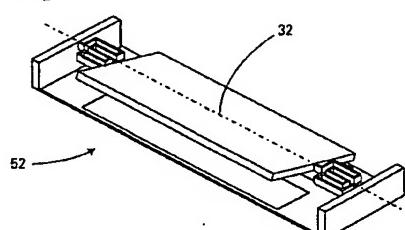
【図 1 B】



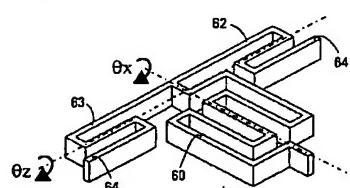
【図 2 A】



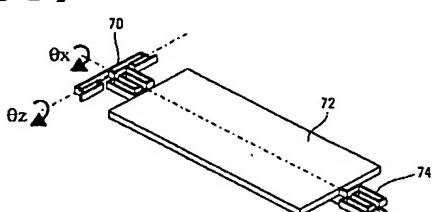
【図 2 B】



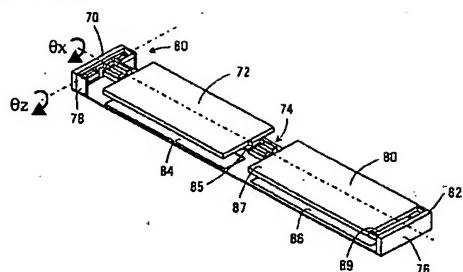
【図 3 A】



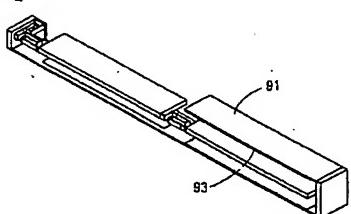
【図 3 B】



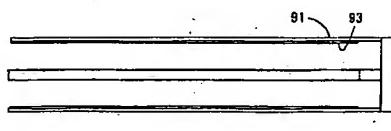
【図 4 A】



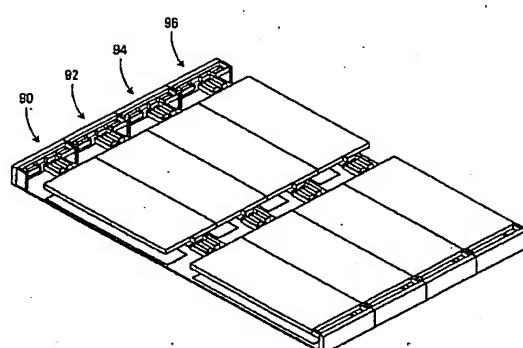
【図 4 B】



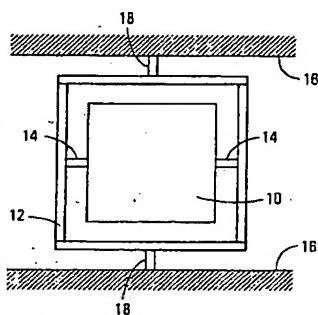
【図 4 C】



【図 5】

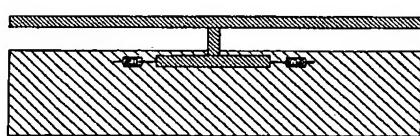


【図 6】



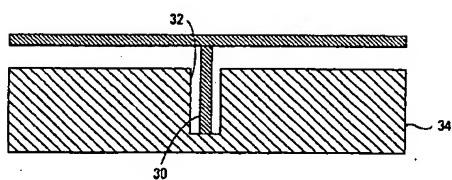
(従来技術)

【図 7】



(従来技術)

【図 8】



(従来技術)

【手続補正書】

【提出日】平成16年10月7日(2004.10.7)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】**【特許請求の範囲】****【請求項1】**

微小電子機械システム(MEMS)ミラーデバイスであって、該デバイスは、ミラーを有し、該ミラーは、第一端部に2次元回転連接式ヒンジを持ちかつ該第一端部の反対側の第二端部に1次元回転連接式ヒンジを持ち、可動カンチレバーを有し、該可動カンチレバーは、該1次元回転連接式ヒンジを介して該ミラーに接続されており、

支持構造体を有し、該支持構造体は、該2次元回転連接式ヒンジを介して該ミラーに接続されており、かつ該可動カンチレバーに接続されており、

これによって、前記可動カンチレバーの動きが第一の回転軸における該ミラーの回転を生じさせ、かつ、該ミラーが前記第一の回転軸に対して垂直な第二の捩じり回転軸の周りを回転可能である。

前記デバイス。

【請求項2】

2次元回転連接式ヒンジが、

第一の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第一の1次元回転連接式ヒンジは、第一端部に第一取り付けポイントを有しかつ第二端部を有し、

第二の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第二の1次元回転連接式ヒンジは、第一端部に第二取り付けポイントを有しかつ第二端部を有し、該第一の1次元回転連接式ヒンジの第二端部が、該第二の1次元回転連接式ヒンジの第二端部に接続されており、

第三の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第三の1次元回転連接式ヒンジは、該第一および第二の連接式1次元回転ヒンジの第二端部に接続されており、

これによって、該第一の1次元回転連接式ヒンジと該第二の1次元回転連接式ヒンジとが、該第一取り付けポイントと該第二取り付けポイントとの間に第一の回転軸を定めており、かつ、該第三の1次元回転連接式ヒンジとミラーの第二端部にある1次元回転連接式ヒンジとが、該第一の回転軸に対して垂直な第二の捩じり回転軸を定めている、

請求項1に記載のデバイス。

【請求項3】

各1次元回転連接式ヒンジがそれぞれの連接式ビームを有し、該ビームは幅に対する厚さの大きいアスペクト比を持つものである、請求項2に記載のデバイス。

【請求項4】

各1次元回転連接式ヒンジがそれぞれの連接式ビームを有し、該ビームは幅に対する厚さの大きいアスペクト比を持っており、該ビームが、シリコン、ポリシリコン、窒化シリコン、二酸化シリコン、および金属被覆可能材料からなる群より選ばれる1つまたはそれ以上の材料で形成されている、請求項2に記載のデバイス。

【請求項5】

ビームが一体構造で形成されている、請求項3に記載のデバイス。

【請求項6】

ビーム、ミラーおよび可動カンチレバーが、一体構造で形成されている、請求項3に記載のデバイス。

【請求項7】

ミラーが、各軸において、少なくとも0.5度の運動角度範囲を有する、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 8】

ミラーを第一および第二の回転軸において動かすよう、静電気力を該ミラーに加えるための電極をさらに有する、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 9】

電極が、ミラーを第二の回転軸において動かすよう静電気力を該ミラーに加えるための2つの電極を有し、かつ、ミラーを第二の回転軸において動かすよう静電気力を可動カンチレバーに加えるための少なくとも1つの電極を有する、請求項8に記載のデバイス。

【請求項 10】

電極が、ミラーを第二の回転軸において動かすよう静電気力を該ミラーに加えるための2つの電極を有し、かつ、ミラーを第二の回転軸において両方向へ動かすよう静電気力を可動カンチレバーに加えるための2つの電極を有する、請求項8に記載のデバイス。

【請求項 11】

ミラーが、金属でメッキされたシリコンでできている、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 12】

金属が、金、アルミニウム、または銅の層を有する、請求項11に記載のデバイス。

【請求項 13】

請求項1に記載のデバイスが、複数N個、 $1 \times N$ のMEMsアレイを形成するように並んで配置され、 $N \geq 2$ である、デバイス。

【請求項 14】

請求項1に記載のデバイスが、複数 $N \times M$ 個、N列のM個のデバイスとなるように配置され、それによって $N \times M$ のMEMsアレイが形成され、 $N \geq 2$ および $M \geq 2$ である、デバイス。

【請求項 15】

ミラーが光スイッチングのために用いられ、かつ、可動カンチレバーがミラー位置の容量検知または光検知のために用いられる、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 16】

光スイッチであって、

複数の光ポートを有し、

請求項1に記載のデバイスを複数有し、各デバイスが、前記光ポートのそれぞれのペアの間で光をスイッチするように適合している、

前記光スイッチ。

【請求項 17】

支持構造体とのおよび回転されるべきデバイスとの接続のための2次元回転連接式ヒンジであって、当該ヒンジは、

第一の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第一の1次元回転連接式ヒンジは、第一端部に第一取り付けポイントを有し、かつ第二端部を有し、

第二の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第二の1次元回転連接式ヒンジは、第一端部に第二取り付けポイントを有し、かつ第二端部を有し、該第一の1次元回転連接式ヒンジの第二端部が該第二の1次元回転連接式ヒンジの第二端部に接続されており、

第三の1次元回転連接式ヒンジを有し、該第三の1次元回転連接式ヒンジは、該第一および第二の連接式1次元回転ヒンジの第二端部に接続されており、

これによって、該第一の1次元回転連接式ヒンジと該第二の1次元回転連接式ヒンジとが、該第一取り付けポイントと該第二取り付けポイントとの間に第一の回転軸を定めており、かつ、該第三の1次元回転連接式ヒンジが、該第一の回転軸に対して垂直な第二の捩じり回転軸を定めている、

前記ヒンジ。

【請求項 18】

各1次元回転連接式ヒンジが、それぞれの連接式ビームを有し、該ビームは幅に対する厚さの高いアスペクト比を持っている、請求項17に記載の2次元連接式ヒンジ。

【請求項 19】

ビームが一体構造で形成されている、請求項1-8に記載の2次元連接式ヒンジ。

【請求項20】

ビームが、シリコン、ポリシリコン、窒化シリコン、二酸化シリコン、および金属被覆可能材料からなる群より選ばれる1つまたはそれ以上の材料で形成されている、請求項1-8に記載の2次元連接式ヒンジ。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CA2004/000598

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B81B3/00 G02B26/08 H04J14/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B81B G02B H04J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 902 538 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 17 March 1999 (1999-03-17) paragraphs '0028! - '0049! figures 2-4	1-20
A	US 6 201 629 B1 (MCCLELLAND ROBERT WILLIAM ET AL) 13 March 2001 (2001-03-13) figures 9-12 column 11, line 42 - column 12, line 49	1-20
A	EP 1 197 779 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 17 April 2002 (2002-04-17) paragraphs '0025! - '0131! figures 1-33	1-20

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention can not be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

Date of mailing of the International search report

4 August 2004

10/08/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 6818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Polesello, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/CA2004/000598

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 0902538	A	17-03-1999	US 6075239 A EP 0902538 A2 JP 11154447 A		13-06-2000 17-03-1999 08-06-1999
US 6201629	B1	13-03-2001	US 2001022682 A1 US 2001021058 A1		20-09-2001 13-09-2001
EP 1197779	A	17-04-2002	EP 1197779 A2 JP 2003057575 A US 2002041455 A1		17-04-2002 26-02-2003 11-04-2002

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AC, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ナテュウ、アラン

カナダ国、ケイ2エス 1ピ-9 オンタリオ、スティツツヴィル、ハーティン ストリート 3
9

(72)発明者 ピール、デイヴィッド

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92126、サン デイエゴ、ノーキャニオン 7892
F ターム(参考) 2H041 AA14 AA18 AB14 AC06 AZ08